

Praxis nah: Probenzerkleinerung

Welche Mühle für welchen Zweck

Viele Parameter nehmen Einfluss auf die Wahl der am besten geeigneten Mühle. Das sind die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Mahlgutes, Menge, Aufgabegröße und Endfeinheit, Kornband, Abrieb, Zahl der Proben, Mahldauer, weitere Einsatzmöglichkeiten der Mühle im jeweiligen Labor, Reinigung bzw. Probenverschleppung und Kosten.

Probennahme und -teilung

Die Grundgesamtheit, deren z.B. chemische Zusammensetzung untersucht werden soll, ist im Allgemeinen wesentlich größer als die Analysenmenge, deshalb ist eine Probenahme,- teilung und Aufbereitung notwendig. Das Ergebnis eines analytischen Verfahrens kann nur sinnvolle Aussagen liefern, wenn die zu untersuchende Probe repräsentativ zur Grundgesamtheit des zu analysierenden Materials ist. Durch systematische, zufällige und statistische Fehler können Abweichungen zwischen der Grundgesamtheit und dem Probenmaterial auftreten.

Die häufigsten Fehler, die zu solchen Abweichungen führen sind: Kontamination, Materialverlust, Entmischung, Änderung der Zusammensetzungen (z. B. durch Zerfall) durch thermische und physikalische Belastung. Insgesamt ist die Gefahr bei falscher Probenvorbereitung Analysefehler zu verursachen deutlich größer, als durch Fehler in der Analytik.

Inhomogenitäten der Grundgesamtheit entstehen durch physikalische Eigenschaften, wie unterschiedliche Korngrößen, -form und -dichte sowie durch Anziehungskräfte und Rekristallisation. Je inhomogener die Mischung ist, umso größere Probenmengen müssen durch Mischung, Mahlung, Lösung oder durch Aufschlußverfahren aufbereitet werden.

Durch Entmischungsgefahr bei der Probennahme repräsentieren mehrere kleinere Probenteilmengen die Grundgesamtheit besser als eine größere Probenmenge.

Probenzerkleinerung

Eine mechanische Zerkleinerung der Probenpartikel bei Festkörpermischungen erfüllt mehrere Aufgaben. Neben der Herabsetzung der oberen Korngröße sind das die

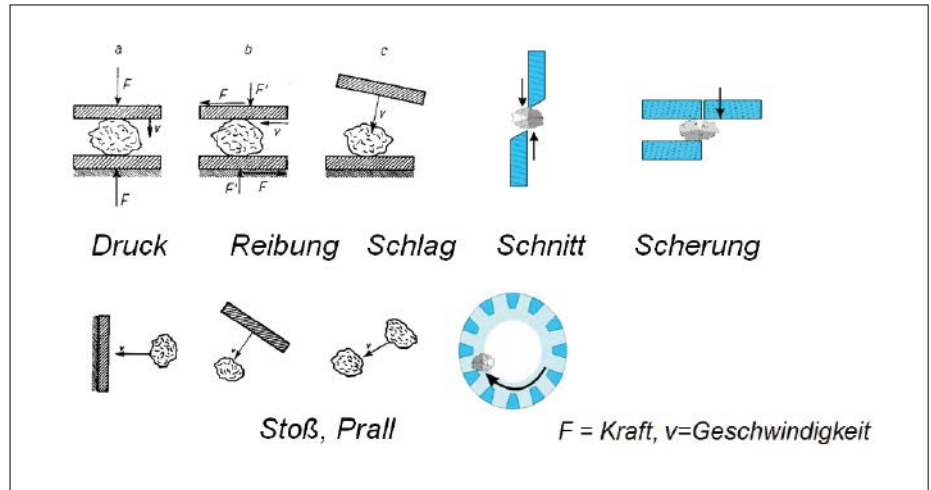


Abb. 1: Zerkleinerungsprinzipien nach Rumpf.

Veränderung der Korngrößenverteilung, die Vergrößerung der spezifischen Kornoberfläche, das Aufschließen (d. h. Freilegen der Einzelkomponenten aus Verbundstoffen) und Konfektionierung für weitere Aufbereitungsschritte. Verschiedene Zerkleinerungsmethoden erreichen dabei unterschiedliche Korngrößen: Brechen größer 5 mm, Mahlen kleiner 5 mm, Feinmahlen kleiner 100 µm, Mikro-Feinmahlen kleiner 10 µm und Ultra-Feinmahlen kleiner 1 µm.

Für die grobe Zerkleinerung von 100-300 mm auf 0-30/50 mm Korngrößen sind bei harten Mineralien Kegel-, Backen- oder Einschwingenbrecher, für mittelharte und weiche Mineralien Walzen-, Prall- und Hammerbrecher die Werkzeuge der Wahl. Bei der Vermahlung von 30-50 mm auf 5-8 mm bei harten Mineralien Fein-, Kegel-, Backen- und Einschwingbrecher, bei mittelharten und weichen Mineralien Walzenmühlen und Fein-Prall oder Hammerbrecher. Zur Feinvermahlung von 5-8 mm auf 1 mm und kleiner sind für Materialien mit verschiedenen Härtegraden Schwingmühlen, Stabmühlen und Kugelmühlen einzusetzen.

Zerkleinerungsprinzipien

Eine erste systematische Einteilung der Labormühlen kann man nach dem zugrundeliegenden Beanspruchungsmechanismus vornehmen (Abb. 1). Die einfachsten Formen der Zerkleinerung sind die durch Druck und durch Reibung. Bei den technischen Ausführungs-

formen von Mühlen sind oft beide Beanspruchungsbedingungen gleichzeitig vorhanden. Eine weitere Form der Zerkleinerung ist die durch Schlag. Sie unterscheidet sich von dem Prallvorgang dadurch, dass sich das Korn beim Schlag gegen eine Festfläche abstützt, während beim Prall die Kraftleitung durch eine bewegte Fläche erfolgt.

Eine weitere Beanspruchungsform ist der Schneidvorgang, der sich im Allgemeinen zwischen einem festen und einem beweglichen Messer abspielt. Kennzeichnend für die dargestellten Vorgänge ist auch die Geschwindigkeit, mit der die Beanspruchung abläuft. Während man es bei den auf Basis von Druck, Reibung und Schlag arbeitenden Mühlen mit langsam laufenden Maschinen zu tun hat, können Prallzerkleinerungsmaschinen als ausgesprochene Schnell-Läufer bezeichnet werden. Die Maximalgeschwindigkeiten liegen hier bei ca. 100 m/s.

Eine Zuordnung von Stoffeigenschaften zu einer Beanspruchungsart und die Eignung dieser Beanspruchungsart zur Zerkleinerung sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Auswahl der Mühle

Harte spröde Materialien wie z.B. Ferro-Legierungen werden am besten durch eine Kombination von Schlag und Reibung (Scheiben-Schwingmühle) zerkleinert.

Materialien wie Gummi, Leder, Papier, Elektronikschrott, Futtermittel, Getreide, Knochen, Horn, Kork und inhomogene Mate-

rialgemische (z.B. DSD-Müll), durch eine Kombination von Schnitt und Scherung (Schneidmühle).

Weiche Materialien wie Pflanzen, Holz, Wurzeln, Drogen, Gewürze, Textilien, Getreide, Saaten, Kreide, Kaolin aber auch mittelharte Proben wie Tabletten, Dragees, Futtermittel und elastische Proben wie Styrol, PVC, PP, Gummi usw. können auch gut durch Stoßwirkung (Rotor-Schnellmühle, Schneidmühlen) und der Kombination von Schlag, Stoß und Reibung zerkleinert werden.

Materialien wie Erz, Kohle, Koks, Asche, Pigmente, Salze, Harze, Rohstoffe, Calcit, Silikat, Sand, Fritten, Glas, Porzellan, Ton, Keramik, Boden, Futtermittel, Saaten, Zucker, Gelatine, Gewürze, Pasten, Tabletten und Dragees, Klinker, Sand, Zement usw. werden effizient durch eine Kombination aus Druck und Reibung (Planeten-Kugelmühlen und Mörsermühle) oder durch die Kombination von Druck und Scherung zerkleinert.

Materialeigenschaft	Druck	Schlag	Reibung	Stoss	Scherung	Schnitt
Hart und abrasiv	++	++	-	++	-	-
Hart und spröde	++	++	-	++	-	-
Hart und fest	++	++	-	-	-	-
Mittelhart	++	++	-	++	+	-
Weich und elastisch	-	-	++	-	++	++
Weich und spröde	++	++	++	++	++	+
Weich und Fest	++	++	++	+	++	++
Faserig	+	-	++	++	++	++
Temperaturempfindlich	-	+	-	+	++	++
Plastisch	+	-	++	-	++	++

Tab. 1: Zuordnung von Stoffeigenschaften zu einer Beanspruchungsart und die Eignung dieser Beanspruchungsart zur Zerkleinerung.

Für das Feinmahlen trockener Laborproben, der Homogenisierung von Pasten und Emulsionen und der Kryo-Mahlung von Polymeren und zäh-elastischen Materialien ist die Schlagwirkung (z. B. Vibrations-Mikromühle) ideal.

KONTAKT |

Holger Brecht
 Fritsch GmbH
 Idar-Oberstein
 brecht@fritsch.de
 www.fritsch.de